

(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift
(11) DE 3839970 A1

(51) Int. Cl. 5:
F27D 11/02

H 05 B 3/64
H 05 B 3/66

DE 3839970 A1

(21) Aktenzeichen: P 38 39 970.9
(22) Anmeldetag: 26. 11. 88
(43) Offenlegungstag: 31. 5. 90

(71) Anmelder:
Linn Elektronik GmbH, 8459 Hirschbach, DE

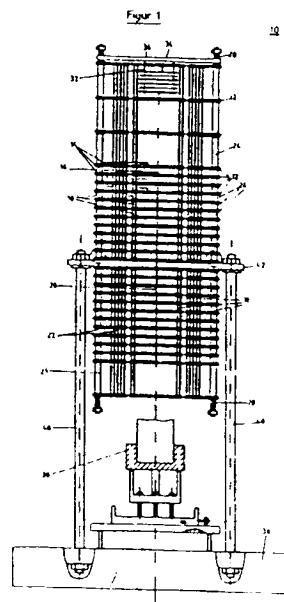
(74) Vertreter:
Louis, D., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., 8183
Rottach-Egern; Pöhlau, C., Dipl.-Phys., 8500
Nürnberg; Lohrentz, F., Dipl.-Ing., 8130 Starnberg;
Segeth, W., Dipl.-Phys., Pat.-Anwälte, 8500
Nürnberg

(72) Erfinder:
Linn, Horst, Dipl.-Ing., 8459 Hirschbach, DE; Amon,
Ernst, 8561 Pommelsbrunn, DE; Müller, Georg, Prof.,
8521 Langensendelbach, DE; Hofmann, Dieter,
Dipl.-Ing., 8520 Erlangen, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Ofen mit einem dynamischen Temperaturgradienten

Es wird ein Ofen (10) mit einer Anzahl elektrisch isolierender Trägerkörper (12) beschrieben, die eine zentrale Öffnung (14) aufweisen, und die nebeneinander und voneinander beabstandet angeordnet sind, so daß die zentralen Öffnungen (14) einen Ofenraum (20) festlegen. Zwischen benachbarten Trägerkörpern (12) sind Heizungselemente (18) vorgesehen, die in der Nachbarschaft des zentralen Ofenraumes (20) angeordnet und zur Erzeugung eines dynamischen Temperaturgradienten einzeln oder in Gruppen mit unterschiedlichen Energiemengen versorgbar sind. Um ein schnelles dynamisches Verhalten zu erzielen, beträgt das Verhältnis der Abmessung der Heizungselemente (18) in Dickenrichtung der Trägerkörper (12) zur Dickenabmessung der einzelnen Trägerkörper (12) mindestens 2 : 1 vorzugsweise 3 : 1.



DE 3839970 A1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Ofen mit einer Anzahl elektrisch isolierender, eine zentrale Öffnung aufweisender Trägerkörper, wobei die zentralen Öffnungen der Trägerkörper einen Ofenraum festlegen, und mit zwischen benachbarten Trägerkörpern vorgesehenen Heizungselementen, die in der Nachbarschaft des zentralen Ofenraumes angeordnet und zur Erzeugung eines dynamischen Temperaturgradienten einzeln oder in Gruppen mit unterschiedlichen Energiemengen versorgbar sind.

Ein derartiger Ofen ist aus der US 45 18 351 bekannt. Bei diesem Ofen sind die zur Halterung der Heizungselemente vorgesehenen Trägerkörper als ringförmige Platten ausgebildet, deren Wanddicke größer ist als die axiale Längsabmessung der einzelnen Heizungselemente in Dickenrichtung der Trägerkörper. Die Trägerkörper bestehen aus einem thermisch isolierenden Material. Wegen der vergleichsweise großen Masse der einzelnen Trägerkörper weist das dynamische Verhalten dieses Ofens noch eine bestimmte Trägheit auf. Um diese Trägheit des dynamischen Verhaltens des Ofens zu reduzieren, sind zwischen benachbarten Trägerkörpern wärmeleitende Ringe vorgesehen. Durch diese wärmeleitenden Ringe, die an der Außenseite des Ofens angeordnet sind, sind nicht zu vernachlässigende Energieverluste unvermeidlich.

Ein ähnlicher Ofen mit einem dynamischen Temperaturgradienten ist aus der US 44 23 516 bekannt.

Die US 40 86 424 beschreibt einen Ofen mit einem dynamischen Temperaturgradienten, wobei der Ofen eine Vielzahl Heizungszonen aufweist, die entlang der Ofenachse aneinander anschließend vorgesehen sind. Jede Heizungszone weist mit Energie versorgbare Heizspulen auf. Darüber, wie die einzelnen Heizspulen in den Heizzonen vorgesehen bzw. angeordnet sind, ist dieser Druckschrift detailliert nichts zu entnehmen. Infolge der bei diesem Ofen vorgesehenen Isolierwand aus massivem Material ist sein dynamisches Verhalten jedoch relativ träge.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Ofen der eingangs genannten Art zu schaffen, der ein verbessertes dynamisches Verhalten aufweist, und bei dem die Energieverluste vergleichsweise klein sind.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß das Verhältnis der Dicke der einzelnen Trägerkörper zur Abmessung der Heizungselemente in Richtung der Dicke der Trägerkörper mindestens 1 : 2, vorzugsweise mindestens 1 : 3 beträgt. Im Vergleich dazu beträgt das entsprechende Abmessungsverhältnis bei dem aus der US 44 23 516 bekannten Ofen 7 : 3, d. h. ca. 2 : 1. Beim erfindungsgemäßen Ofen dominiert demnach die aktive Fläche der einzelnen Heizungselemente, während die nicht unmittelbar zur Einstellung eines gewünschten dynamischen Temperaturgradienten beitragende, den Ofenraum begrenzende Fläche der einzelnen Trägerkörper in vorteilhafter Weise vergleichsweise klein ist. Dadurch ist es möglich, das dynamische Verhalten des Ofens erheblich zu verbessern.

Durch die Verwendung eines relativ gut wärmeleitenden Materials für die Trägerkörper können neben den Heizungselementen auch die zugehörigen Trägerkörper zum dynamischen Verhalten des Ofens einen bestimmten Beitrag leisten. Als Material für die Trägerkörper kommt bspw. Aluminiumoxid oder Zirkonoxid zur Anwendung. Für Öfen verhältnismäßig niedriger Maximaltemperatur wäre es auch möglich, die Träger-

körper aus für Infrarotstrahlen durchlässigem Material, z. B. Quarz, herzustellen.

Der erfindungsgemäße Ofen weist den besonderen Vorteil auf, daß der Anteil seiner thermisch tragen Masse, bezogen auf die Masse der Heizungselemente, vergleichsweise sehr klein ist, so daß sich ein gutes dynamisches Verhalten des Ofens ergibt. Ein gewünschter Temperaturgradient im Ofenraum kann somit innerhalb kurzer Zeit eingestellt bzw. wunschgemäß verändert werden. Es versteht sich, daß der erfindungsgemäße Ofen im Bedarfsfall mit einem beliebigen gewünschten stationären Temperaturprofil betrieben werden kann.

Zwischen benachbarten Trägerkörpern sind radial außerhalb des zugehörigen Heizungselementes vorzugsweise eine Anzahl voneinander beabstandeter Isolationselemente angeordnet. Zwischen den voneinander beabstandeten Isolationselementen sind vorzugsweise Luftzwischenräume gegeben, so daß sich in radialer Richtung vom Ofenraum weg eine gute Wärmeisolierung ergibt. Auf diese Weise ergibt sich mit einfachen Mitteln ein sog. Kaltwandofen.

Die Isolationselemente können bspw. aus Metall oder aus Keramikmaterial bestehen. Abhängig vom Material und der Oberflächenbeschaffenheit der Isolationselemente können diese gute Wärmereflektionseigenschaften aufweisen.

Es kann zweckmäßig sein, wenn die Isolationselemente zum Heizungselement und zueinander mindestens annähernd koaxial angeordnet sind. Dadurch ergibt sich nicht nur ein einfacher Auf- und Zusammenbau des Ofens, sondern gleichzeitig auch in radialer Richtung des Ofens eine gleichmäßige Wärmeverteilung, d. h. ein um die Längsachse des Ofenraumes herum symmetrisches Temperaturprofil. Dadurch werden unerwünschte, durch Temperaturdifferenzen ausgelöste Spannungen in den einzelnen Elementen des Ofens vermieden.

Wenn in einer Ebene des Ofens mehr als ein Heizungselement vorgesehen ist, ist es erfindungsgemäß möglich, das Maximum des Temperaturprofiles vom Zentrum des Ofenraumes weg radial nach außen und/oder azimutal zu verschieben, wenn dies bei besonderen Anwendungsfällen des Ofens wünschenswert ist.

Zwischen benachbarten Isolationselementen kann eine Kühlseinrichtung vorgesehen sein. Diese Kühlseinrichtung kann ein von einem Kühlmedium durchströmtes Rohr mit einem Einlaßorgan und einem Auslaßorgan aufweisen. Durch die Kühlseinrichtung kann das dynamische Verhalten des Temperaturgradienten des Ofens weiter gezielt verbessert werden.

Die Heizungselemente bestehen vorzugsweise aus Draht- oder Bandmaterial und sind vorzugsweise etwa kreisförmig angeordnet, wobei die beiden Endabschnitte jedes Heizungselementes mit Anschlußleitungen verbunden sind. Bei dem Draht- oder Bandmaterial handelt es sich insbes. um ein elektrisches Widerstandsmaterial, wobei den einzelnen Heizungselementen über die zugehörigen Anschlußleitungen elektrische Energie zugeführt werden kann. Zu diesem Zweck ist der Ofen mit einer Steuer- und Regeleinrichtung verbunden. Die Heizungselemente können auch aus einem Gitter- oder Netzmaterial bestehen. Als Material für die Heizungselemente kann Graphit zur Anwendung gelangen.

Der Spalt zwischen den beiden Endabschnitten eines Heizungselementes oder benachbarter Heizungselemente ist vorzugsweise durch ein Abdeckelement überdeckt. Die Heizungselemente der in axialer Richtung des Ofens aneinander angrenzenden Heizungszonen

können in azimutaler Richtung gegeneinander versetzt sein, um das Temperaturprofil im Ofenraum zu vergleichmäßigen. Zwischen benachbarten Trägerkörpern kann ein Heizungselement vorgesehen sein, das mit Anschlußleitungen verbunden ist, und das mit Ausnahme des Spaltes zwischen den Endabschnitten des Heizungselementes mindestens annähernd kreisförmig gestaltet ist. Es ist jedoch auch möglich, daß zwischen benachbarten Trägerkörpern zwei oder mehr Heizungselemente entlang eines Kreises oder einer anderen Linienform angeordnet sind, die jeweils z. B. nur teilkreisförmig gestaltet sind, und die jeweils mit Anschlußleitungen verbunden sind. Mittels mehrerer in einer Heizungszone vorgesehener Heizungselemente ist es — wie bereits weiter oben ausgeführt wurde — möglich, das Temperaturprofil bzw. das Temperaturmaximum im Ofenraum aus der Mitte heraus radial und azimutal zu verlagern. Diese Verlagerung ist sowohl statisch als auch dynamisch möglich.

Mindestens eines der Heizungselemente kann mit Ausnehmungen versehen sein. Das ist insbes. dann möglich, wenn das entsprechende Heizungselement aus Bandmaterial besteht. Die Ausnehmungen eines Heizungselementes können gleich groß oder unterschiedlich groß sein. Durch ein mit Ausnehmungen versehenes Heizungselement ist es möglich, den Temperaturgradienten im Ofenraum wunschgemäß zu modellieren, d. h. zu gestalten.

Jeder Trägerkörper ist vorzugsweise als Platte ausgebildet, die auf ihren beiden gegenüberliegenden Hauptflächen mit Befestigungselementen für die zugehörigen Heizungs- bzw. Isolationselemente ausgebildet ist. Dabei kann die/jede Platte ringförmige, mehrereckig oder mit einer beliebigen Grundflächengestalt ausgebildet sein. Desgleichen können die zentralen Öffnungen der Trägerkörper verschiedene Querschnitte aufweisen, um einen bestimmten Ofenraum festzulegen. Bei diesen Befestigungselementen kann es sich um Rillen im Trägerkörper, um ringförmige Ansätze oder um Noppen handeln, die von den einander gegenüberliegenden Hauptflächen der Trägerkörper wegstehen.

Die Trägerkörper sind vorzugsweise durch Abstandselemente voneinander beabstandet miteinander verbunden. Die Abstandselemente sind vorzugsweise am äußeren Umsangsabschnitt der einzelnen Trägerkörper vorgesehen. Bei den Abstandselementen kann es sich um Bolzen handeln, die sich über die gesamte Länge des Ofens erstrecken, bzw. es ist möglich, eine der Anzahl Trägerkörper entsprechende Anzahl Distanzstücke vorzusehen, um die Trägerkörper voneinander zu beabstandeten und miteinander zu verbinden, wobei die Distanzstücke durch Bolzen miteinander verbunden sind.

Als zweckmäßig hat es sich erwiesen, wenn die Trägerkörper mittels der Abstandselemente zu Montagegruppen zusammengefaßt sind. Durch eine solche Ausbildung des Ofens ist es möglich, den Ofen im Bedarfsfall, d. h. bspw. zu Reparaturzwecken in die einzelnen Montagegruppen zu zerlegen. Es müssen also nicht alle einzelnen Trägerkörper und Heizungs- bzw. Isolationselemente gehandhabt werden, sondern nur die Montagegruppen. Dadurch ist der Zeit- und Montageaufwand bei möglichen Reparaturen in vorteilhafter Weise reduziert.

Die Abstandselemente sind zum Ausgleich thermischer Längenänderungen vorzugsweise mit Federelementen ausgebildet. Dadurch werden unzulässige Beanspruchungen der Einzelteile des Ofens, d. h. insbes. der Trägerkörper für die Heizungs- bzw. Isolationselemen-

te auf einfache Weise vermieden.

Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispieles des erfundungsgemäßen Ofens. Es zeigt

Fig. 1 einen Längsschnitt durch den Ofen, wobei auf die Darstellung eines Außengehäuses verzichtet wurde,

Fig. 2 einen Ausschnitt des Ofens gem. Fig. 1 in einem größeren Maßstab,

Fig. 3 eine Ansicht eines Trägerkörpers von oben,

Fig. 4 einen Schnitt durch den Trägerkörper gem. Fig. 3 entlang der Schnittlinie IV-IV,

Fig. 5 eine Ansicht auf einen mit einem Heizungselement und mit Isolationselementen versehenen Trägerkörper von oben,

Fig. 6 eine Darstellung des Details VI in Fig. 2 in einem größeren Maßstab in radialer Richtung verzerrt,

Fig. 7 eine vergrößerte Darstellung des Details VII in Fig. 2, und

Fig. 8 eine vergrößerte Darstellung des Details VIII in Fig. 1.

Fig. 1 zeigt einen Ofen 10 mit einer Anzahl ringförmiger Trägerkörper 12, die voneinander beabstandet angeordnet sind, wobei jeder Trägerkörper 12 eine zentrale Öffnung 14 aufweist. Die Trägerkörper 12 sind derart angeordnet, daß ihre zentralen Öffnungen 14 miteinander entlang einer gemeinsamen Längsmittelachse 16 fluchten. Die ringförmigen Trägerkörper 12 dienen zum Festhalten von Heizungselementen 18, die zwischen benachbarten Trägerkörpern 12 angeordnet sind, und die einen zentralen Ofenraum 20 begrenzen. Radial außerhalb der Heizungselemente 18 sind zwischen den benachbarten ringförmigen Trägerkörpern 12 Isolationselemente 22 vorgesehen, die vom zugehörigen Heizungselement 18 und voneinander beabstandet sind. Dadurch ergibt sich eine Isolierung des Ofens 10 nach dem Kaltwandprinzip.

Um die ringförmigen Trägerkörper 12 mit den zwischen ihnen angeordneten Heizungselementen 18 und Isolationselementen 22 im richtigen Abstand zu halten, sind Abstandselemente 24 vorgesehen, die Distanzelemente 26 und Federelemente 28 aufweisen. Die Länge der einzelnen Distanzelemente 26 ist an die axiale Längenabmessung der Heizungselemente 18 bzw. der zugehörigen Isolationselemente 22 angepaßt. Die Federelemente 28 dienen zum Ausgleich unterschiedlicher Längenänderungen der Einzelteile des Ofens 10, die durch unsymmetrische Temperaturprofile auftreten können.

Die Heizungselemente 18 können bspw. aus einem Bandmaterial, einem Gittermaterial o. dgl. aus einer Cr-Al-Fe-Legierung, z. B. Kanthal APM aus einem Graphitmaterial oder aus einem anderen geeigneten elektrischen Widerstandsmaterial sein. Die Energieversorgung der Heizungselemente 18 erfolgt bspw. über Niederspannungs-Vorschalttransformatoren und Halbleiterleistungs-Stelleinheiten mit Strombegrenzung.

Mit der Bezugsziffer 30 ist eine Halterung abschnittsweise angedeutet, die sich in den zentralen Ofenraum 20 hineinerstreckt, und die bis zu einer Abschlußeinrichtung 32 ist mit Isolationselementen 34 ausgebildet, die dieselbe Wirkung haben wie die Isolationselemente 22. Ein Deckel 36, durch den sich die Abstandselemente 24 hindurcherstrecken, und an dem die Federelemente 28 anliegen, schließt den Ofen 10 in axialer Richtung einseitig ab.

Die dem Deckel 36 gegenüberliegende Halterung 30 kann ein Dreh- und Hubgestell aufweisen. Die Halte-

rung 30 ist auf einem Basisteil 38 angeordnet, von dem Säulen 40 in dieselbe Richtung wegstehen. An den Säulen 40 ist auf der vom Basisteil 38 entfernten Seite ein Halterung 42 befestigt, der mit den Abstandselementen 24 verbunden ist.

Fig. 2 zeigt in einem größeren Maßstab einen Ausschnitt des Ofens 10 mit den voneinander beabstandeten ringförmigen Trägerkörpern 12, den zwischen benachbarten ringförmigen Trägerkörpern 12 angeordneten Heizungselementen 18 und den Isolationselementen 22, die von den zugehörigen Heizungselementen 18 und voneinander beabstandet sind. Jeder ringförmige Trägerkörper 12 weist eine zentrale Öffnung 14 auf, so daß sich durch die zentralen Öffnungen 14 der ringförmigen Trägerkörper 12 und insbes. durch die etwa kreisförmigen Heizungselemente 18 ein zentraler Ofenraum 20 ergibt. Jeder ringförmige Trägerkörper 12 weist entlang seines äußeren Randbereiches Durchgangsausnehmungen 44 auf, durch die sich die Distanzelemente 26 der entsprechenden Abstandselemente 24 hindurchstrecken. Die Abstandselemente 24 sind am Halterung 42 befestigt, der mit den Säulen 40 verbunden ist.

Die **Fig. 3** und **4** zeigen einen ringförmigen Trägerkörper 12 in einer Ansicht von oben bzw. geschnitten. Der ringförmige Trägerkörper 12 weist eine zentrale Öffnung 14 und an seinem äußeren Randabschnitt 46 Durchgangsausnehmungen 44 auf. Außerdem ist der Trägerkörper 12 zwischen der zentralen Öffnung 14 und dem äußeren Randabschnitt 46 mit Befestigungselementen 48 ausgebildet, die im dargestellten Ausführungsbeispiel die Form von kreisringförmig umlaufenden Erhebungen aufweisen. Die Erhebungen sind um die Längsmittelachse 16 herum konzentrisch vorgesehen. In der zwischen benachbarten Erhebungen vorhandenen Einsenkung kann das zugehörige Heizungselement bzw. Isolationselement 18, 22 (s. **Fig. 1** oder **2**) angeordnet werden. Wie aus **Fig. 4** ersichtlich ist, sind die beiden voneinander abgewandten Hauptflächen des Trägerkörpers 12 mit einander entsprechenden Befestigungselementen 48 ausgebildet. Die Befestigungselemente 48 jeder der beiden Hauptflächen des ringförmigen Trägerkörpers 12 sind jeweils durch eine sich in radialer Richtung erstreckende Rinne 50 unterbrochen, die – wie nachfolgend unter Bezugnahme auf **Fig. 5** beschrieben wird – für Anschlußleitungen des Heizungselementes bzw. für das Ein- und Auslaßorgan einer Kühleinrichtung vorgesehen sind.

Bei benachbarten Trägerkörpern 12 des Ofens 10 können die Rinnen 50 azimuthal, d. h. in Drehrichtung um die Längsmittelachse 16 in Winkelschritten gegeneinander versetzt sein, um ein gleichmäßiges Temperaturprofil im zentralen Ofenraum 20 zu gewährleisten.

In **Fig. 5** ist in einer Draufsicht ein ringförmiger Trägerkörper 12 zu erkennen, der mit einem Heizungselement 18 und mit Isolationselementen 22 versehen ist. Das Heizungselement 18 ist offen kreisförmig ausgebildet, so daß sich zwischen seinen beiden Endabschnitten 52, 54 ein Spalt 56 ergibt. Die beiden Endabschnitte 52 und 54 des Heizungselementes 18 sind mit Anschlußleitungen 58 elektrisch leitend verbunden, die mit einer (nicht gezeichneten) Steuer- und Regeleinrichtung kontaktiert sind. Die Anschlußleitungen 58 bzw. die beiden Endabschnitte 52 und 54 des Heizungselementes 18 sind mittels eines zwischen den Anschlußleitungen 58 vorge sehenen Isolierelementes 60 gegeneinander elektrisch isoliert. Mit dem Endabschnitt 54 des Heizungselementes 18 ist ein Abdeckelement 62 verbunden, durch welches der Spalt 56 bedeckt wird, so daß der Wärmever-

lust minimal ist. Die Anschlußleitungen 58 sind an ihren Außenseiten von Isolierelementen 64 umgeben, die bis zu den Endabschnitten 52 und 54 des Heizungselementes 18 reichen.

5 Zwischen dem radial innersten, d. h. an das Heizungselement 18 anschließenden Isolationselement 22 und dem benachbarten zweiten Isolationselement 22 ist ein größerer Abstand vorhanden, als zwischen den übrigen voneinander beabstandeten Isolationselementen 22, so daß sich ein kreisringförmiger Bereich 66 ergibt, in welchem eine Kühleinrichtung 68 (s. **Fig. 6**) angeordnet werden kann. Wie aus **Fig. 6** ersichtlich ist, ist die Kühleinrichtung 68 als Rohr ausgebildet, das von einem Kühlmedium durchströmt wird. Bei diesem Kühlmedium kann es sich bspw. um Argon, Stickstoff, o. dgl. handeln.

In **Fig. 5** sind das Einlaßorgan 70 und das Auslaßorgan 72 gezeichnet, die rohrförmig ausgebildet und mit den im Bereich 66 angeordneten Rohr der Kühleinrichtung 68 fluidisch verbunden sind.

Fig. 6 zeigt in einer schematischen Schnittdarstellung zwei Abschnitte benachbarter ringförmiger Trägerkörper 12, die an ihren beiden voneinander abgewandten Hauptflächen mit Befestigungselementen 48 versehen 25 sind, die zum Befestigen eines Heizungselementes 18 und zur Befestigung von Isolationselementen 34 dienen. Mit der Bezugsziffer 74 ist ein Thermoelement bezeichnet, das sich in den zentralen Ofenraum 20 erstreckt. Zwischen dem radial innersten und dem zu diesem benachbarten zweiten Isolationselement 34 ist die bereits weiter oben erwähnte Kühleinrichtung 68 angeordnet. Selbstverständlich ist es auch möglich, nicht nur eine Kühleinrichtung 68 vorzusehen, sondern auch in dem einen/oder anderen Zwischenraum zwischen anderen benachbarten Isolationselementen 34 weitere Kühleinrichtungen vorzusehen. Mit der Bezugsziffer 26 ist auch 35 in dieser Figur ein Distanzelement zwischen benachbarten ringförmigen Trägerelementen 12 angedeutet, das an einem ebenfalls nur schematisch angedeuteten Ab standselement 24 vorgesehen ist.

Aus **Fig. 6** ist deutlich ersichtlich, daß die axiale Längsabmessung, d. h. die Dickenabmessung jedes ringförmigen Trägerkörpers 12 im Verhältnis zur Abmes sung des Heizungselementes 18 in der Dickenrichtung 45 der Trägerkörper 12 vergleichsweise klein ist. Dieses Verhältnis liegt vorzugsweise bei mindestens 1 : 3, wobei es sich als besonders vorteilhaft erwiesen hat, dieses Verhältnis mit mindestens 1 : 5 zu dimensionieren.

Die **Fig. 7** zeigt in einer Schnittdarstellung zwei abschnittsweise gezeichnete ringförmige Trägerkörper 12 mit ihrem äußeren Randabschnitt 46, der mit Durchgangsausnehmungen 44 ausgebildet ist, von denen jeweils eine sichtbar ist. Durch die Durchgangsausnehmungen 44 der benachbarten Trägerkörper 12 erstrecken sich Rohrhülsen 76 hindurch, die mit Durchgangsbohrungen 78 ausgebildet sind. Ein zentraler Bolzen 80 erstreckt sich zwischen den einander zugewandten Endabschnitten der Rohrhülsen 76, der sowohl eine mit der oberen Durchgangsbohrung 78 fluchtende Durchgangsbohrung 82 als auch eine zu der Durchgangsbohrung 82 mindestens annähernd senkrecht ausgerichtete Durchgangsbohrung 84 aufweist, die mit einer Durchgangsbohrung 86 in der unteren Rohrhülse 76 fluchtet. Durch die zusammengehörigen Durchgangsbohrungen 78, 82 bzw. 84, 86 bzw. 78 erstrecken sich Sicherungsstifte 88 bzw. 90 bzw. 92 hindurch, so daß sich zwischen den genannten Bauteilen eine mechanische Verbindung ergibt und der Abstand zwischen den benachbarten ring-

förmigen Trägerkörpern 12 festgelegt ist. Mit der Bezugsziffer 94 sind Distanzscheiben bezeichnet. Zum definierten Abstandhalten zwischen den in Fig. 7 gezeichneten beiden ringförmigen Trägerkörpern 12 und den zu diesen Trägerkörpern 12 unmittelbar benachbarten (nicht gezeichneten) Trägerkörpern dienen die Distanzelemente 26, die als rohrförmige Hülsen ausgebildet sind. Durch die in Fig. 7 gezeichnete Konstruktion ist es einfach und zeitsparend möglich, durch Herausziehen des Sicherungsstiftes 90 aus den Durchgangsbohrungen 86 und 84, die gezeichneten Trägerkörper 12 voneinander zu trennen, wobei mit diesen beiden gezeichneten Trägerkörpern 12 jeweils weitere Trägerkörper mechanisch fest verbunden sind, die gemeinsam zu handhabende Montagegruppen bilden.

Fig. 8 zeigt zwei voneinander beabstandete, abschnittsweise gezeichnete ringförmige Trägerkörper 12, die mittels eines Abstandselementes 24 voneinander abstandet sind. Ein Federelement 28 in Form einer Schraubendruckfeder ist zwischen zwei Ringen 96 auf Druck vorgespannt, wobei der eine Ring 96 am oberen Trägerkörper 12 und der zweite Ring 96 an einer Schraubmutter 98 anliegt. Mit Hilfe des Federelementes 28 ist es möglich, durch Wärmeausdehnung bedingte Längenänderungen auszugleichen, so daß eine Beschädigung der relativ dünnwandigen ringförmigen Trägerkörper 12 vermieden wird.

Bezugszeichenliste

10 Ofen	30	86 Durchgangsbohrung
12 ringförmiger Trägerkörper		88 Sicherungsstift
14 zentrale Öffnung		90 Sicherungsstift
16 Längsmittelachse		92 Sicherungsstift
18 Heizungselemente	35	94 Distanzscheibe
20 zentraler Ofenraum		96 Ring
22 Isolationselemente		98 Schraubmutter
24 Abstandselemente		
26 Distanzelemente		
28 Federelemente	40	
30 Halterung		
32 Abschlußeinrichtung		
34 Isolationselemente		
36 Deckel	45	
38 Basisteil		
40 Säulen		
42 Haltering		
44 Durchgangsausnehmung		
46 äußerer Randabschnitt	50	
48 Befestigungselemente		
50 Rinne		
52 Endabschnitt	55	
54 Endabschnitt		
56 Spalt		
58 Anschlußleitungen		
60 Isolierelement		
62 Abdeckelement	60	
64 Isolierelement		
66 Bereich		
68 Kühleinrichtung		
70 Einlaßorgan		
72 Auslaßorgan		
74 Thermoelement		
76 Rohrhülsen		
78 Durchgangsbohrungen	65	
80 zentraler Bolzen		
82 Durchgangsbohrung		
84 Durchgangsbohrung		

Patentansprüche

1. Ofen mit einer Anzahl elektrisch isolierender, eine zentrale Öffnung (14) aufweisender Trägerkörper (12), wobei die zentralen Öffnungen (14) der Trägerkörper (12) einen Ofenraum (20) festlegen, und mit zwischen benachbarten Trägerkörpern (12) vorgesehenen Heizungselementen (18), die in der Nachbarschaft des zentralen Ofenraumes (20) angeordnet und zur Erzeugung eines dynamischen Temperaturgradienten einzeln oder in Gruppen mit unterschiedlichen Energiemengen versorgbar sind, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Dicke der einzelnen Trägerkörper (12) zur Abmessung der Heizungselemente (18) in Richtung der Dicke der Trägerkörper (12) mindestens 1 : 2, vorzugsweise mindestens 1 : 3 beträgt.
2. Ofen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen benachbarten Trägerkörpern (12) radial außerhalb des zugehörigen Heizungselementes (18) eine Anzahl voneinander beabstandeter Isolationselemente (22) angeordnet sind.
3. Ofen nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolationselemente (22) zum Heizungselement (18) und zueinander mindestens annähernd koaxial angeordnet sind.
4. Ofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen benachbarten Isolationselementen (22) eine Kühlleinrichtung (68) vorgesehen ist.
5. Ofen nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die/jede Kühlleinrichtung (68) ein von einem Kühlmedium durchströmtes Rohr mit einem Einlaßorgan (70) und einem Auslaßorgan (72) aufweist.
6. Ofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizungselemente (18) aus Draht- oder Bandmaterial bestehen und etwa kreisförmig angeordnet sind, wobei die beiden Endabschnitte (52, 54) jedes Heizungselementes (18) mit Anschlußleitungen (58) verbunden sind.
7. Ofen nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Spalt (56) zwischen den beiden Endabschnitten (52, 54) eines Heizungselementes (18) oder benachbarter Heizungselemente durch ein Abdeckelement (62) überdeckt ist.
8. Ofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eines der Heizungselemente (18) mit Ausnehmungen versehen ist.
9. Ofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Trägerkörper (12) als Platte ausgebildet ist, die auf ihren beiden gegenüberliegenden Hauptflächen mit Befestigungselementen (48) für die zugehörigen Heizungs- bzw. Isolationselemente (18, 22) ausgebildet ist.
10. Ofen nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerkörper (12) durch Abstandselemente (24) voneinander be-

abstandet miteinander verbunden sind.

11. Ofen nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägerkörper (12) mittels der Abstandselemente (24) zu Montagegruppen zusammengefaßt sind.

5

12. Ofen nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstandselemente (24) zum Ausgleich der thermischen Längenänderungen mit Federelementen (28) ausgebildet sind.

10

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

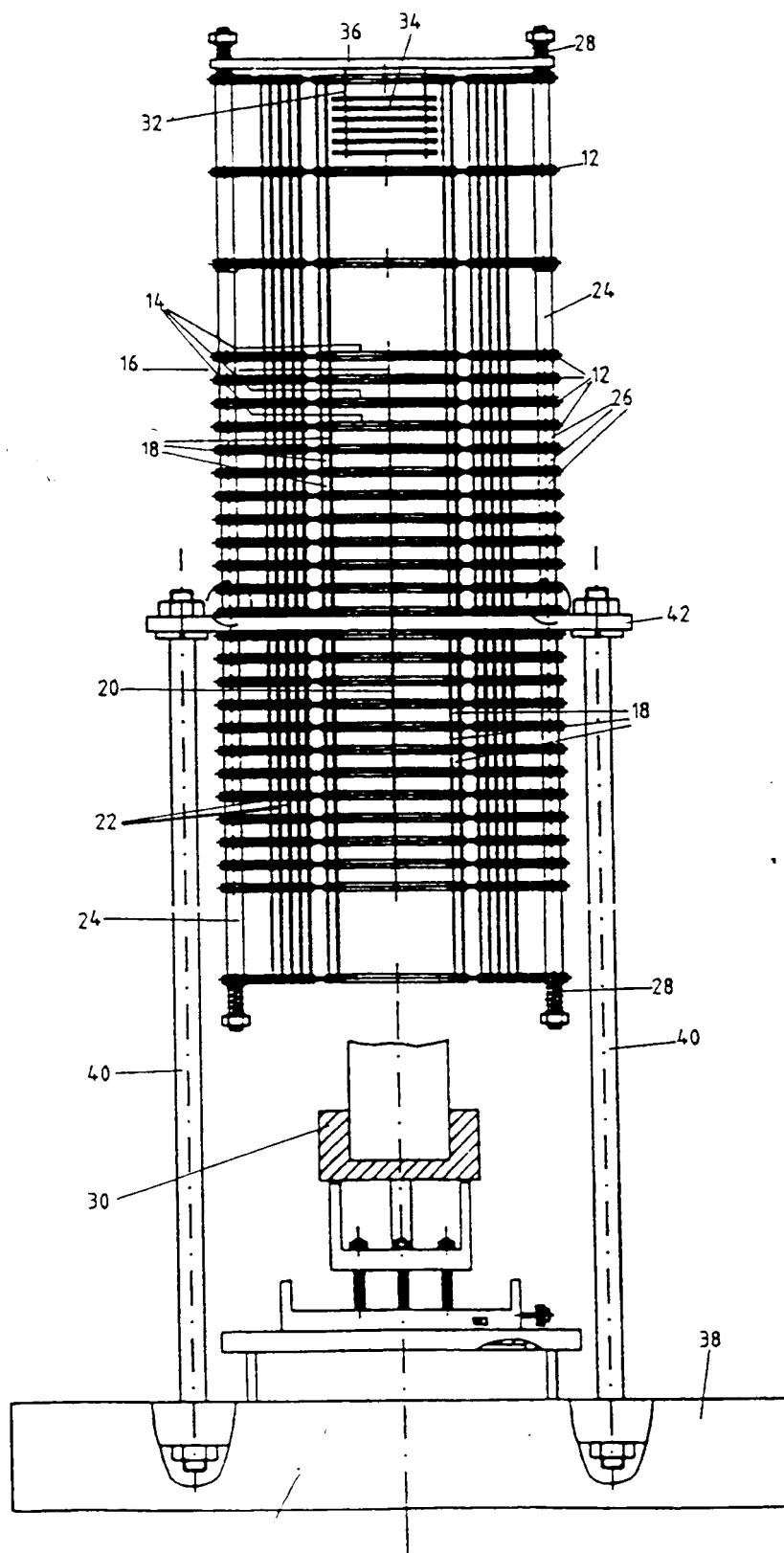
60

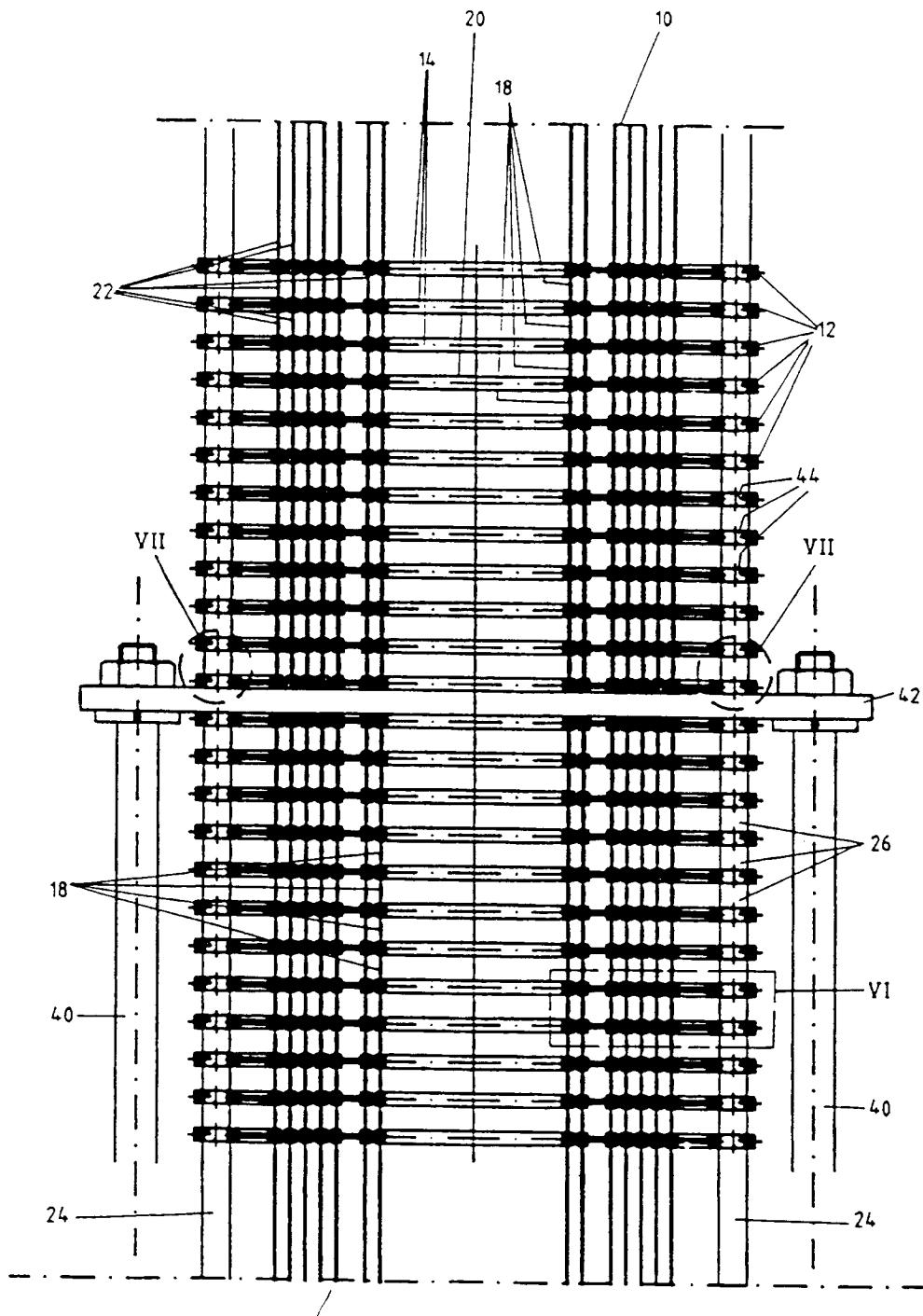
65

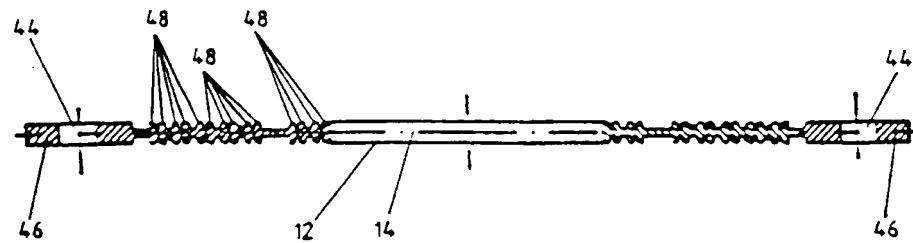
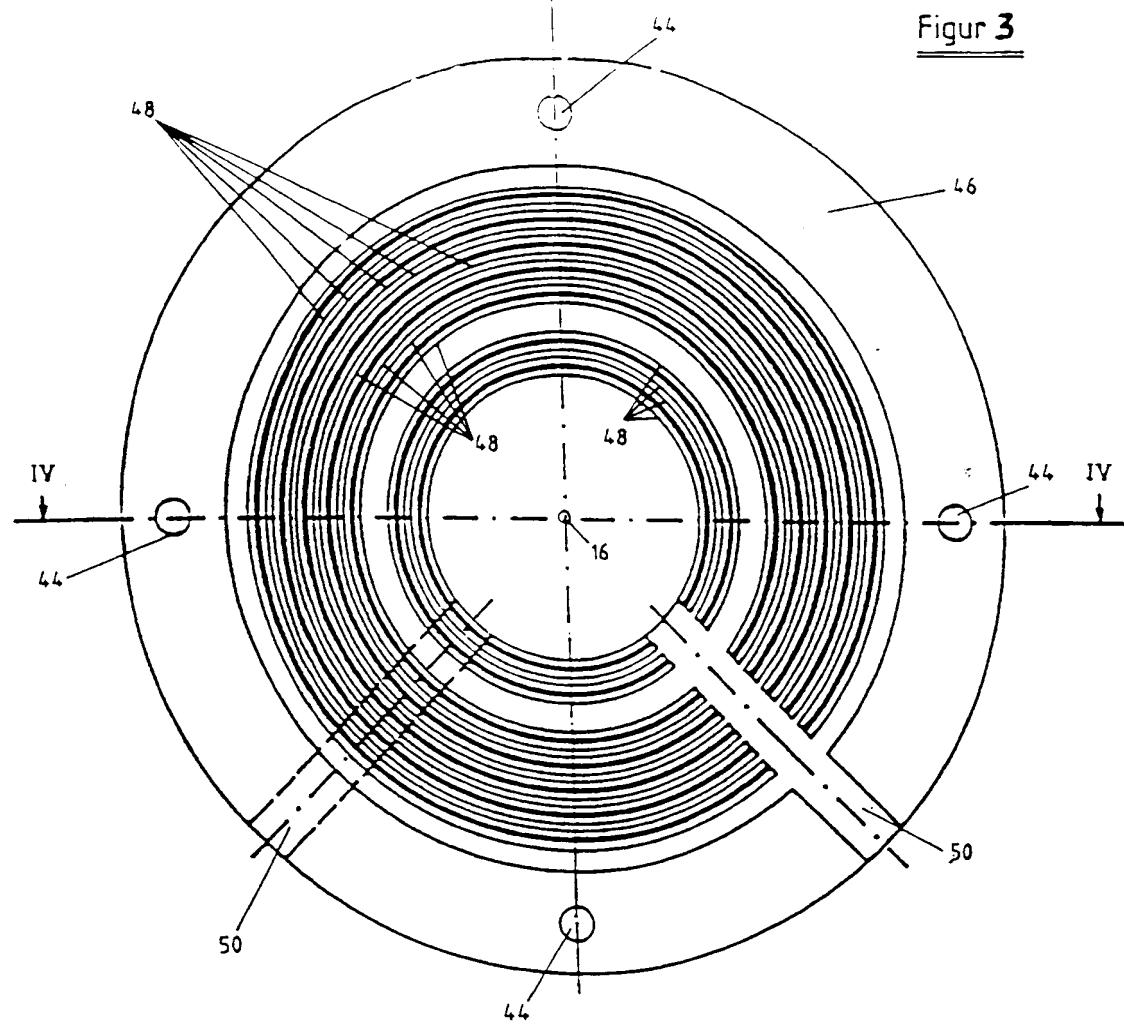
— Leerseite —

Figur 1

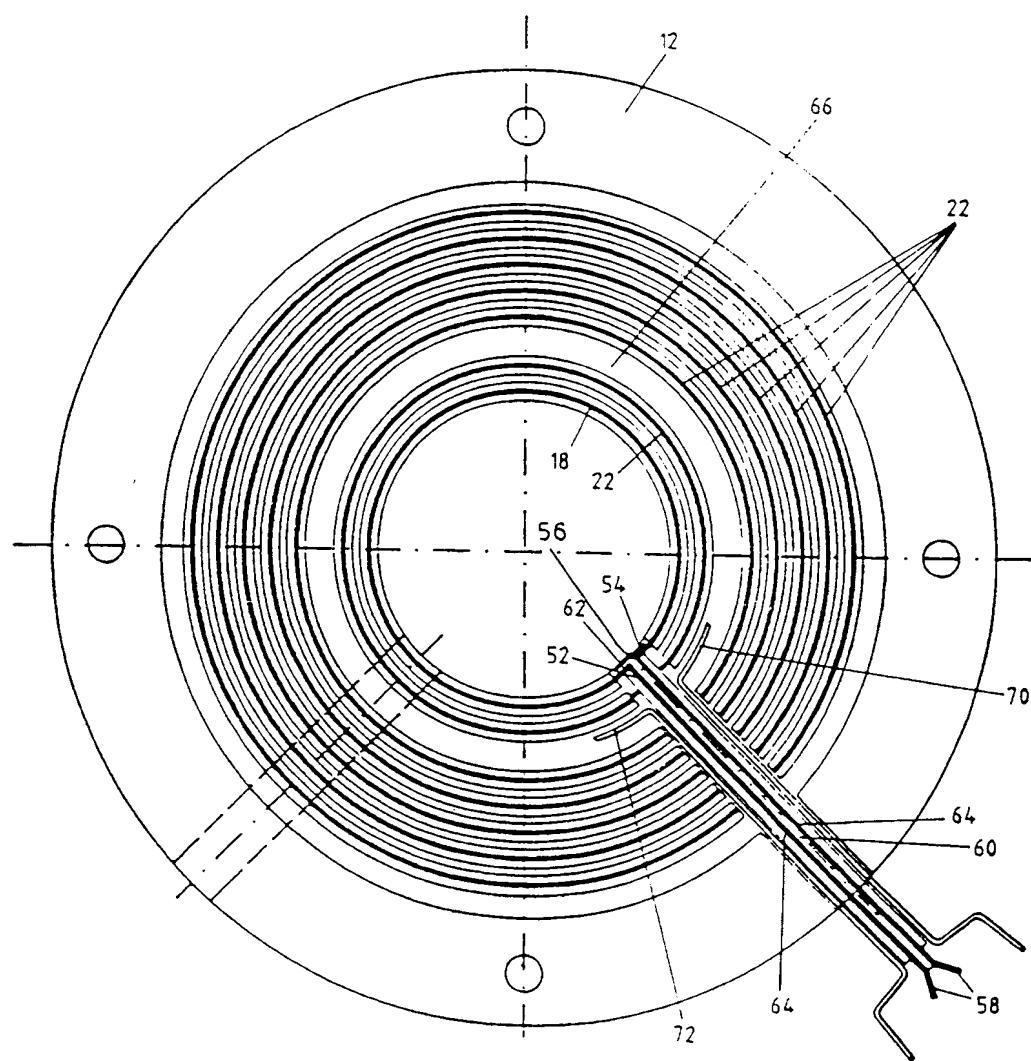
10

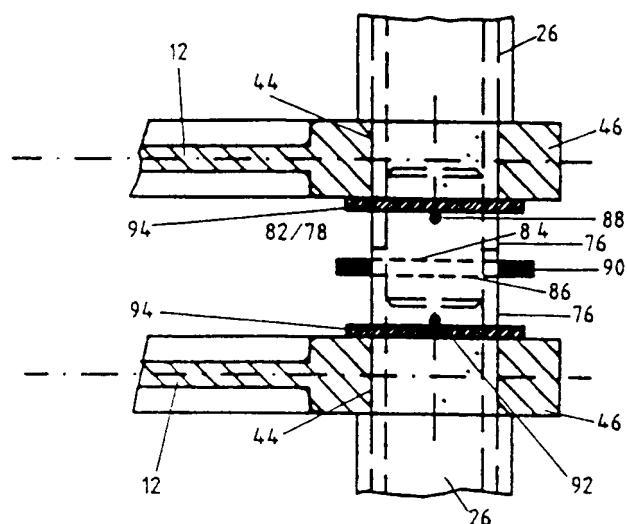
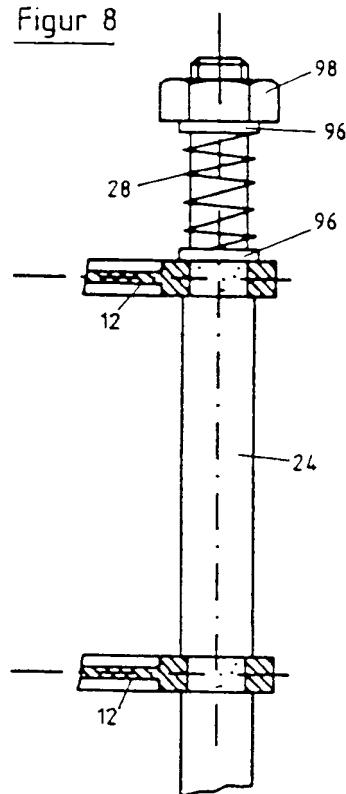


Figur 2



Figur 4

Figur 5

Figur 7Figur 8Figur 6